

Az ammonia- és a nitrát-nitrogén hatása különböző foszforműtrágyák felvehetőségére *Aspergillus niger* tenyészetekben

DI GLÉRIA JÁNOS, ERDEI SÁNDORNÉ és SARKADI JÁNOS

Agrokémiai Kutató Intézet Szervestrágyázási Osztálya, Budapest

A nehezen oldható foszforműtrágyák felvehetőségével sok kutató foglalkozott. Vizsgálataik egyik célja az volt, hogy a különböző foszfortrágyák felvehetősége közti különbség meghatározására számszerű értékeket szolgáltató eljárást dolgozzanak ki. Kezdetben a foszfortrágyák vízben és híg savakban való oldhatóságát használták fel az értékelés céljaira. Később rájöttek arra, hogy a foszfortrágyák felvehetőségére a talajok minősége is nagy befolyással van. További kutatásokból kitűnt, hogy azonos talaj esetén a különböző növények az azonos foszforműtrágyát különböző mértékben veszik fel. Prjanyisnyikov (6) nagyszámú kísérlet alapján megoldotta a foszforműtrágyák növény és talajféleség szerinti értékelését. Egy másik közleményében (7) rámutatott arra is, hogy a nehezen oldható foszforműtrágyák felvehetősége nagy mértékben változik az egyidejűleg alkalmazott nitrogénműtrágya fajtájával is. Homok kultúrákban különböző növények esetében vizsgálta az ammonia- és a nitrát-nitrogén, valamint azok keverékének hatását a foszforit felvehetőségére. Vizsgálati eredményeiből kitűnt: 1. a termés %-os P_2O_5 -tartalma az ammonia-nitrogén mennyiségének növelésével nő; 2. a nátriumnitrát és foszforit, valamint az ammoniumsulfát és foszforit kombináció alacsony terméseket ad; 3. a legnagyobb termések foszforit formájában adagolt foszfor esetében akkor állnak elő, ha a nitrogén tápanyag forrás egyidejűleg nitrát- és ammonia-nitrogént is tartalmaz; 4. nátriumnitrát esetén az alacsony termés annak lúgos fiziológiai kémhatásával magyarázható; 5. ammoniumsulfát esetén az alacsony termés annak savanyú fiziológiai kémhatásával magyarázható.

A foszforit felhasználása műtrágyaként savanyú kémhatású talajoknál eléggé elterjedt, az apatit műtrágyaként való alkalmazhatóságát viszont sok szakember kétségbevonja. Irodalmi adatok ezzel szemben arra mutatnak, hogy megfelelő porfinomságú apatit foszforját a növények fel tudják venni. Így Bear (3) közleménye szerint Wiancho több éven keresztül eredményesen alkalmazta savanyú talajokon. Hazai viszonyok között is egyes talajoknál hatásos foszfortrágyának bizonyult (1, 5). A kólafoszfát és más foszforműtrágyák felvehetőségének megállapítása céljából Prjanyisnyikov kísérleteihez hasonló különböző arányú ammonia- és nitrát nitrogén jelenlétében vizsgáltuk a foszfor oldódását és asszimilálhatóságát *Aspergillus niger* tenyészetekben.

Vizsgálati módszerek

1. Az első kísérletsorozatot a talajvizsgálatoknál használatos Niklas módszer szerint állítottuk be azzal a különbséggel, hogy talaj helyett 100—100 mg kólafoszfátot, illetve csontlisztet mértünk a kúpos lombikba. A tápoldatokat az előírás szerint (2, 195. old.) készítettük el, csak a foszfort hagytuk ki belőle és a nitrogén forrást adagoltuk különböző módokon. A nitrogénforrás különböző mennyiségű nitrát- és ammóniumnitrogénből állott. Minden egyes foszfátféleségnél 5 kultúrát állítottunk be, melyeket római számokkal jelöltünk. A nitrát-nitrogén mennyisége az egyes kultú-

rakban I—V-ig fokozatosan csökkent, az ammónia-nitrogén mennyisége pedig fokozatosan nőtt. Az egyes kultúrák nitrát- és ammónium-nitrogén tartalmát a 2. táblázatban tüntetjük fel.

Minden egyes kultúrát négyszeres ismétléssel állítottunk be oly módon, hogy a nyersfoszfátot és 25—25 ml tápoldatot tartalmazó lombikokat 0,5 ml *Aspergillus niger* konnidium szuszpenzióval oltottuk be és 30° C-os termosztátban 6 napig tenyésztettük. A kifejlődött micéliumokat a táp-talaj felületéről csipesszel leemeltük, majd desztillált vízzel jól lemostuk és előzőleg kiszáritott és lemért szűrőpapírra helyeztük, azután 60° C-on állandó súlyig (36 óra) szárítottuk. A tápoldatot a fel nem oldott nyersfoszfátok eltávolítása végett szűrőpapíron megszürtük és meghatároztuk annak pH-ját üvegelektóddal. A tápoldat P_2O_5 koncentrációját a metolos (Photo-Rex) módszerrel (8) határoztuk meg.

A micéliumokat lemerés után a szűrőpapírral együtt 200 ml-es Kjeldahl-lombikba tettük és 10 ml tömény kénsavval, továbbá részletekben adagolt 15—20 ml foszfor- és káliummentes hidrogénperoxiddal elroncsoltuk. Az elroncsolással nyert tiszta oldatokat 100 ml-es mérőlombikba mostuk és kihűlés után jelig feltöltöttük. Az így nyert törzsoldatokból határoztuk meg a micélium-, nitrogén-, foszfor (P_2O_5 -ben kifejezve) és kálium (K_2O -ban kifejezve) tartalmát. A nitrogént Parnasz—Wagner-készülékkel, a foszfort az előbb említett Photo-Rex módszerrel, a káliumot pedig lángfotométerrel határoztuk meg.

Az első kísérletsorozat tápoldata az előírás szerint elég jelentős mennyiségű citromsavat tartalmazott. Felmerülhet tehát az az ellenvetés, hogy a foszfor feltáródását nem az *Aspergillus niger* biológiai tevékenysége, hanem a citromsav oldó hatása okozza. Ezért megpróbáltunk semleges kémhatású, citromsavmentes tápoldatokkal dolgozni. Előkísérleteink szerint a semleges kémhatású tápoldatban is jól fejlődött az *Asp. niger*. Ezért a második kísérletsorozat citromsavmentes táp-talajon állítottuk be és a tenyészeteket kúpos lombikok helyett petri-csészékben helyeztük el, mert ezeknél a micéliumok elválasztása a tápoldattól sokkal könnyebb volt.

A második kísérletsorozatot a következő módon állítottuk össze: 10 cm átmérőjű petri-csészében analitikai mérlegen mértük be a különböző foszfátokat, majd azokat 150° C-on fél órán át sterilizáltuk. Az előzőleg sterilizált tápoldatokból, steril körülmények között, 25—25 ml-t adagoltunk a petri-csészékbe. A tápoldat összetétele ugyanaz volt, mint az előző sorozatban, azzal a különbséggel, hogy a citromsav hiányzott belőle. A nitrogénforrást ugyanúgy állítottuk be, mint az első kísérletsorozatban, vagyis minden foszforféleség esetében 5 kultúrában (I.—V.) csökkenő nitrát és növekvő ammónia-nitrogént adagoltunk oly módon, hogy a nitrogén együttes mennyisége minden esetben azonos volt. Összesen tehát, az ellenőrző foszfort nem tartalmazó, továbbá az ojtatlan edényekkel együtt 140 petri-csészét tenyésztettünk egyszerre 30° C-os termosztátban 6 napig.

A micéliumokat és a tápoldatokat ugyanúgy elemeztük, mint az első kísérletsorozat esetében.

A felhasznált nyers foszfátok összes foszfortartalmát S a r u d i szerint (9) citrátos eljárással Török László, szemcsenagyság szerinti összetételüket pedig Atterberg-módszerrel (2, 41. old.) Kisfaludy Margit volt szíves meghatározni. Munkájukért, továbbá Belea Gyöngyinek a nitrogén-meghatározások elvégzéséért e helyen is köszönetet mondunk.

Kísérleti eredmények

A nyersfoszfátok vizsgálati eredményeit az 1. táblázat tünteti fel.

1. táblázat

A vizsgálatokhoz felhasznált nyersfoszfátok mechanikai összetétele és összes P_2O_5 -tartalma

Szemcsenagyság mm	Kőfoszfát (apatit) %	Gaüfoszfát (foszforit) %	Csontliszt %
> 0,002	3,78	11,89	
0,002—0,005	4,87	3,03	
0,005—0,01	4,37	3,61	
0,01—0,02	7,96	5,18	
0,02—0,05	16,62	8,88	
0,05—0,1	22,72	13,65	
0,1	39,68	53,76	
Összes P_2O_5	39,8	31,1	28,8

A citromsavas tápoldattal végzett kísérletek eredményeit a 2. táblázatban tüntetjük fel. A micélium-súlyok 4 párhuzamos, a tápanyagtartalmak pedig — minthogy minden analitikai vizsgálatot ismétléssel végeztünk — 8 párhuzamos

2. táblázat
A nitrogénforrás hatása a kólafoszfát és a csontliszt foszforjának felvehetőségére citromsavas táptalajon, *Aspergillus niger* kultúrákban

(1) Megnevezés	(2) K ó l a f o s z f á t					(3) C s o n t l i s z t				
	I.	II.	III.	IV.	V.	I.	II.	III.	IV.	V.
1. A tápoldat $\text{NO}_3\text{-N}$ -tartalma a kísérlet elején, mg	31,8	23,8	15,9	7,9	0	31,8	23,8	15,9	7,9	0
2. A tápoldat $\text{NH}_3\text{-N}$ -tartalma a kísérlet elején, mg'	0	7,9	15,9	23,8	31,8	0	7,9	15,9	23,8	31,8
3. A tápoldat fehérje-N tartalma a kísérlet elején, mg	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
4. A tápoldathoz adagolt foszfor vegyület P_2O_5 tartalma, mg	39,8	39,8	39,8	39,8	39,8	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8
5. A tápoldathoz adagolt kálium vegyület K_2O tartalma, mg	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
6. A micélium súlya, mg	870	730	660	520	370	—	—	890	930	790
7. A micélium N tartalma, %	3,3	3,9	4,1	4,3	5,5	—	—	2,6	3,2	3,4
8. A micélium P_2O_5 -tartalma, %	1,5	1,8	1,5	1,6	1,0	—	—	1,4	1,4	1,8
9. A micélium K_2O -tartalma, %	—	—	0,5	—	0,8	—	—	0,4	0,4	0,3
10. A micélium N-tartalma, mg	28,0	29,0	27,2	24,0	18,2	—	—	23,9	30,1	27,0
11. A micélium P_2O_5 -tartalma, mg	12,8	13,7	9,8	9,1	3,7	—	—	13,1	13,1	14,4
12. A micélium K_2O -tartalma, mg	—	—	3,3	—	3,1	—	—	3,4	3,6	2,6
13. A micéliumba beépült N az adagolt N %-ában	78,4	81,2	76,2	66,8	50,9	—	—	66,9	84,0	75,5
14. A micéliumba beépült P_2O_5 az adagolt P_2O_5 %-ában	32,1	34,4	24,7	22,9	9,3	—	—	45,4	45,4	50,0
15. A micéliumba beépült K_2O az adagolt K_2O %-ában	—	—	65,4	—	62,6	—	—	67,2	71,4	51,6
16. A tápoldat P_2O_5 -koncentrációja a kísérlet végén, mg/100 ml	8,4	17,4	1,0	17,6	68,8	106,3	104,8	63,2	62,8	50,9
17. A tápoldat pH-értéke a kísérlet elején	2,17	2,20	2,25	2,31	2,40	2,17	2,20	2,25	2,31	2,40
18. A tápoldat pH-értéke a kísérlet végén	3,86	4,15	5,46	3,95	2,12	3,15	3,20	2,88	2,66	2,04
19. Spóráképződés	+++	+++	+++	++	0	—	—	++	++	+

3. tábl

A nitrogénforrás hatása kólafoszfát, gafsa foszfát, csontliszt és a K_2HPO_4

(1) Megnevezés	(2) K ó l a f o s z f á t				
	I.	II.	III.	IV.	V.
1. A tápoldat NO_3 -N-tartalma a kísérlet elején, mg	31,8	23,8	15,9	7,9	0
2. A tápoldat NH_4 -N-tartalma, a kísérlet elején, mg	0	7,9	15,9	23,8	31,8
3. A tápoldat fehérje-N-tartalma, mg a kísérlet elején	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
4. A tápoldathoz adagolt foszforvegyület P_2O_5 -tartalma, mg	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
5. A tápoldathoz adagolt káliumvegyület K_2O -tartalma, mg	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
6. A micélium súlya, mg	652	794	644	379	363
7. A micélium N-tartalma, %	3,4	3,4	3,8	4,7	5,0
8. A micélium P_2O_5 -tartalma, %	2,8	3,0	2,7	5,6	2,7
9. A micélium K_2O -tartalma, %	0,6	0,6	0,6	0,8	0,3
10. A micélium N-tartalma, mg	21,8	26,6	24,8	18,0	17,9
11. A micélium P_2O_5 -tartalma, mg	18,2	23,4	17,4	21,2	9,6
12. A micélium K_2O -tartalma, mg	4,2	4,7	3,9	4,8	1,2
13. A micéliumba beépült N az adagolt N %-ában	60,8	74,1	69,1	50,4	50,1
14. A micéliumba beépült P_2O_5 az adagolt P_2O_5 %-ában	41,8	53,6	39,9	48,6	22,1
15. A micéliumba beépült K_2O az adagolt K_2O %-ában	84,0	94,0	78,0	96,0	24,0
16. A tápoldat P_2O_5 -koncentrációja a kísérlet végén, mg/100 ml ...	8,8	9,2	2,3	15,5	76,6
17. A tápoldat pH-értéke a kísérlet elején	6,2	6,3	6,1	6,3	6,4
18. A tápoldat pH-értéke a kísérlet végén	3,5	3,5	4,4	7,0	1,8
19. Spóráképződés	+++	+++	++	+	0

kísérlet középértékét jelentik. Néhány esetben, amelyeknél vizsgálat közben a lombik megrepedt, a közölt érték nem 8, hanem 4—6 párhuzamos vizsgálat középértékéből adódott. Az összes vizsgálati adatok közlésétől helyszűke miatt eltekintettünk és a táblázatban csak a vizsgálati adatok középértékét adtuk meg.

A 3. táblázatban a citromsav mentes táptalajon végzett kísérletek eredményeit közöljük. Az eredmények itt ugyancsak 4, illetve 8 meghatározás középértékei. Az ellenőrző edényekben csak minimális mennyiségű szervesanyag fejlődött, ezért azok adatait nem közöljük.

Az eredmények értékelése

A kísérleti eredmények értékelése céljából szükséges, hogy előzőleg a műtrágyák fiziológiai kémhatásával foglalkozzunk. Már régebben megfigyelték, hogy egyes műtrágyák a talaj kémhatását savanyú, mások lúgos irányba tolják el. Ezt a jelenséget úgy magyarázták, hogy az első esetben a növények a műtrágyák lúgos, a második esetben savanyú alkatrészét veszik fel és így a visszamaradó

lázat

foszforjának felvehetőségére, citromsavmentes táptalajon, *Aspergillus niger* kultúrákban

(3) G a f s a f o s z f á t					(4) C s o n t l i s z t					K_2HPO_4				
I.	II.	III.	IV.	V.	I.	II.	III.	IV.	V.	I.	II.	III.	IV.	V.
31,8	23,8	15,9	7,9	0	31,8	23,8	15,9	7,9	0	31,8	23,8	15,9	7,9	0
0	7,9	15,9	23,8	31,8	0	7,9	15,9	23,8	31,8	0	7,9	15,9	23,8	31,8
4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
43,5	43,5	43,5	43,5	43,5	43,2	43,2	43,2	43,2	43,2	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	58,5	58,5	58,5	58,5	58,5
737	704	473	385	264	722	880	905	743	691	918	896	887	815	704
3,3	3,6	3,7	4,8	5,4	2,9	3,2	3,3	3,6	4,2	3,0	3,0	3,0	3,4	4,3
2,1	2,6	3,3	5,2	1,9	2,7	2,9	2,8	3,0	3,0	2,2	2,4	2,4	2,9	3,4
0,7	0,7	0,6	0,8	0,3	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	1,9	2,0	2,0	2,2	2,5
24,3	25,3	17,3	18,0	14,9	22,7	28,7	30,2	26,6	29,5	23,4	27,2	27,1	27,8	30,5
15,7	17,2	15,7	20,7	5,0	22,3	25,6	25,5	26,7	20,8	19,2	21,9	21,9	23,9	24,2
5,1	4,7	2,9	3,2	0,7	4,3	4,5	4,6	4,0	4,2	17,8	18,0	17,6	18,3	17,4
68,0	70,7	48,2	50,4	41,7	63,5	80,1	84,5	74,3	82,5	65,5	76,1	55,7	77,2	85,1
36,0	39,6	22,2	47,7	11,6	51,7	59,2	59,2	62,0	48,1	48,0	54,9	54,9	59,9	60,5
102,0	94,0	58,0	64,0	14,0	86,0	90,0	92,0	80,0	84,0	30,4	30,8	30,1	31,3	29,7
39,0	29,1	18,7	41,0	99,6	90,9	92,5	93,8	95,0	99,0	80,4	62,1	67,0	51,0	54,2
6,2	6,3	6,1	6,3	6,4	6,2	6,3	6,1	6,3	6,4	6,2	6,3	6,1	6,3	6,4
6,4	6,8	7,1	5,3	2,2	4,2	3,9	3,8	3,2	1,8	4,1	4,6	6,5	2,2	1,6
++++	++++	+++	+	0	++++	++++	++++	+	+	++++	++++	++	+++	++

alkatrész a talajt savanyúvá, illetve lúgossá teszi. Ez a magyarázat nem felel meg a savakra és a lúgokra vonatkozó újabb felfogásnak, mert a műtrágyák kationjait lúgoknak, anionjait pedig savaknak tekinti. Ha elfogadjuk Brönstednek (4) a savakra és bázisokra vonatkozó definícióját, — amely szerint savaknak nevezzük azokat a molekulákat, vagy ionokat, melyek protonok (hidrogén ionok) leadására képesek és bázisoknak azokat a molekulákat, vagy ionokat, amelyek protonokat tudnak megkötni — akkor nyilvánvaló, hogy a műtrágyák anionjai — mivel protont tudnak megkötni — bázisoknak, a kationjai (rendszerint alkáli vagy föld-alkáli ionok) pedig indifferens anyagoknak tekintendők, mert vizes oldatban sem proton leadásra, sem proton-felvételre nem képesek. Kivételt képez az ammonium-ion, amely tud leadni protonokat. Ismeretes az is, hogy vizes oldatban a savanyú kémhatás mindig hidroniumionok (H_3O^{+}) (régőbbi felfogás szerint hidrogén ionok) jelenlétével, a lúgos kémhatás pedig hidroxil ionok (OH) jelenlétével van kapcsolatban.

Az elmondottakat figyelembe véve vizsgáljuk meg az ammoniumszulfát és nátriumnitrát fiziológiai kémhatását előidéző okokat. Az ammoniumszulfátról tudjuk, hogy fiziológiai kémhatása savanyú. Ez azzal magyarázható, hogy a növé-

nyek a NH_4 -ionból csak az NH_3 -at építik be szervezetükbe és így egy proton felszabadul. A felszabadult proton a jelenlévő vízmolekulával H_3O -ionná alakul át, amelyet a növény gyökere kiválaszt magából. A gyökér által kiválasztott H_3O -ionok a gyökér környezetében lévő talajt megsavanyítják. A gyökérszférának ez a savanyú kémhatása indikátorral, vagy pont-pH-méréssel jól mérhető.

A nátriumnitrát fiziológiai kémhatása lúgos. Ennek az a magyarázata, hogy a növények a nátriumnitrátból a nitrát ionokat veszik fel, amelyet végeredményben NH_2 -vé redukálnak. Ennek a folyamatnak első lépéseként OH -ionok szabadulnak fel, amelyeket a növény a gyökérszférán keresztül választ ki. A gyökérszféra ebben az esetben lúgos kémhatást mutat.

A gyökér által kiválasztott H_3O -, illetve OH -ionok természetesen tovább reagálnak a talajjal. Amennyiben a talajban nagyobb mennyiségű agyagfrakció van, akkor az a savanyú vagy lúgos kémhatást tompítja. Homoktalajok esetén a trágyák fiziológiai kémhatása erősebben jelentkezik, mert itt csak a talajoldatban lévő kationok, illetve anionok tudják a savanyúságot, illetve lúgosságot részben letompítani.

Ezek után rátérhetünk az *Aspergillus niger* tenyészetek vizsgálati adatainak értékelésére.

I. A citromsavas táptalajon kapott vizsgálati adatokból kitűnik, hogy :

1. a tápoldat pH-értéke a kísérlet végén mind a kólafoszfát, mind a csontliszt esetében a nitrát-ionokat tartalmazó kultúrákban (I—IV) — a kezdeti pH-értékhez viszonyítva növekedett, a nitrátmentes V. kultúrában pedig csökkent. Megállapíthatjuk tehát, hogy fiziológiai savanyú kémhatást csak az ammonium-ionok idéztek elő. A kultúrák tápoldatainak savanyúsága nitrát-ionok jelenlétében csökkent, ami a nitrát-ionok lúgos fiziológiai kémhatására mutat. Ezt azonban a citromsav felvétele is előidézhetheti, amely szintén a tápoldat savanyúságának csökkenésével jár.

2. A micéliumok súlya a kólafoszfát esetében az ammonium-ionok arányának növekedésével csökken. Csontlisztnél az I. és II. kultúrákban micélium nem keletkezett mérhető mennyiségben. Csontlisztnél a IV. kultúrában volt a legnagyobb, az V. kultúrában a legkisebb a micéliumok súlya. Megállapíthatjuk, hogy ha a nitrogén-forrás csak ammonium-ionokból áll, akkor a micéliumok súlya a nitrátot is tartalmazó kultúrák micéliumainál minden esetben kisebb. Ez összhangban van az ammonium-ionok erősen savanyú fiziológiai kémhatásával és a gyenge spóra-képződéssel, illetve a spóraképződés elmaradásával.

3. A micéliumok %-os nitrogéntartalma mind a kólafoszfátos, mind a csontlisztes kultúrákban az ammonium-ionok mennyiségének növekedésével növekszik.

4. A micéliumok %-os foszfortartalma a csontliszt esetében az ammonium-ionok mennyiségének növekedésével fokozatosan nő. A kólafoszfát esetében ilyen szabályosság nem figyelhető meg.

5. A micéliumok %-os káliumtartalma kólafoszfát esetében az ammonium-ionok mennyiségének növekedésével szintén növekszik. Csontlisztnél viszont a kísérleti hibák határain belül állandó marad.

6. Az adagolt nitrogénforrásból a micéliumokba beépült nitrogén %-os mennyisége 50 és 84% között változik. A nitrogénforrás minőségével összefüggő szabályosságra a vizsgálati adatokból nem lehet következtetni.

7. Az adagolt kólafoszfátból a micéliumba beépült foszfor P_2O_5 -ben kifejezett mennyisége a II.-es kultúrákban volt a legmagasabb (34,4%), az V.-ös kultúrákban volt a legalacsonyabb (9,3%). Csontliszt esetében az V.-ös kultúrákban vette fel az *Aspergillus niger* %-osan a legtöbb foszfort (50%).

8. Az adagolt káliumból kólafoszfát esetében átlagosan 64% épült be a micéliumba. Csontlisztnél a beépült kálium mennyisége 51,6–71,4% között változott.

9. A tápoldat foszforkoncentrációja az ammonium-ionok mennyiségének növekedésével a kólafoszfát esetében növekszik, a csontliszt esetében csökken. Ez a jelenség azzal magyarázható, hogy kólafoszfát esetében az V.-ös kultúrában az ammonium-ionok felvétele következtében előálló $H_3O^{(+)}$ ionok feloldják a kólafoszfát egy részét, ezt azonban az *Asp. niger* nem tudja valamilyen fejlődését gátló ok miatt átszajátítani. Erre mutat az is, hogy az V.-ös kultúrában a micéliumok súlya nagyon alacsony és a spóráképződés is elmarad. Csontlisztnél más a helyzet, mert a csontliszt foszforját a tápoldatban lévő citromsav majdnem teljes egészében feloldja. Ez jól megfigyelhető az I. és II. kultúra esetén, amelynél micélium nem fejlődött. Ezeknél a kultúráknál a csontliszt formájában adagolt foszfor 91–92,5%-a volt az oldatban kimutatható. Érthető az is, hogy a III.–V. kultúrákban a tápoldat foszforkoncentrációja csökken, mert a hiányzó foszfor ebben az esetben a micéliumokba épül be.

10. Spóráképződés az ammonium ionok mennyiségének fokozódásával mind a kólafoszfát, mind a csontliszt esetében csökken.

II. A citromsavmentes táptalajon beállított *Asp. niger*-kultúrák vizsgálati adataiból kitűnik, hogy:

1. A tápoldat pH-értéke a kísérlet elején 6,1–6,4 között változott. A kísérlet végén az alkalmazott foszforműtrágyák fajtája szerint különböző volt. Kólafoszfát esetén az I., II. és III. kultúrákban a tápoldat pH-értéke 3,5, illetve 4,4-re csökkent. A IV-es kultúrában 7,0-ra emelkedett, az V.-ös kultúrában 1,8-ra csökkent. A nitrogéntrágyák fiziológiai kémhatása tehát az I., II., III. és V. kultúrákban savanyú a IV. kultúrában lúgos volt. Gafsa-foszfat alkalmazásánál az I., II. és III. kultúrákban a nitrogénforrás fiziológiai kémhatása lúgos, a IV. és V. kultúrákban savanyú. Csontliszt esetében a nitrogénforrás fiziológiai kémhatása minden esetben savanyú. A savanyú kémhatás az NH_4 -ionok mennyiségének növekedésével fokozódik. A dikáliumhidrofoszfát alkalmazásánál a nitrogéntrágyák az I., IV. és V. kultúrákban savanyú, a II. és III. kultúrákban lúgos fiziológiai kémhatást idéznek elő. Általában megállapíthatjuk: ha a nitrogénforrás csak ammonium-ionokból áll, akkor az minden foszfátrágya esetében savanyú fiziológiai kémhatást idéz elő.

2. A micéliumok súlya a gafsa-foszfat és a K_2HPO_4 esetében az ammonium-ionok mennyiségének növekedésével csökken. A kólafoszfát esetén a II. kultúrában, a csontlisztnél a III. kultúrában a legnagyobb a micéliumok súlya. Legkisebb a micélium súlya minden foszfor műtrágyánál az V.-ös kultúrában.

3. A micéliumok %-os nitrogéntartalma az ammonium ionok mennyiségének növekedésével növekszik.

4. A micéliumok %-os foszfortartalma az ammonium ionok mennyiségének növekedésével szintén nő. Kivételt képez a kólafoszfát és a gafsa-foszfat V.-ös kultúrája, amelynél a micéliumok %-os foszfortartalma alacsony. Ez a jelenség összhangban van a spóráképződés elmaradásával.

5. A micéliumok %-os káliumtartalma az ammonium ionok mennyiségének növekedésével szintén növekszik. Ez alól ebben az esetben is a kólafoszfát és gafsa-foszfat V.-ös kultúrája képez kivételt, amelyekben alacsony a káliumtartalom.

6. Az adagolt nitrogénből, a kóla és gafsa-foszfatok esetében, a II.-es kultúránál épül be a legtöbb nitrogén a micéliumokba. Csontliszt esetében a III.-as kultúránál, dikáliumhidrofoszfátnál az V.-ös kultúránál tapasztalható a legnagyobb %-os nitrogénfelvétel.

7. Kólafoszfát esetében az adagolt foszfátból a legtöbbet a II.-es kultúrában (53,6%), a legkevesebbet az V.-ös kultúrában (22,1%) vett fel az *Asp. niger*. Gafsa-foszfát alkalmazásánál a %-osan felvett foszfor mennyisége a IV.-es kultúrában volt a legnagyobb (47,7%), az V.-ös kultúrában volt a legkisebb (11,6%). Csontliszt esetében a IV.-es kultúrából vette fel a legtöbb (62%) és az V.-ös kultúrából a legkevesebb (48,1%) foszfort az *Asp. niger*. Dikáliumhidrofoszfát esetében a felvett foszfor %-os mennyisége az ammoniumionok mennyiségének növekedésével fokozatosan 48%-ról 60,5%-ra növekszik. Általában megállapítható, hogy a kólafoszfát és gafsafoszfát esetében az adagolt foszforból a legkedvezőbb esetben 50% körüli mennyiség épült be a gomba testébe. A csontliszt és dikáliumhidrofoszfát esetében a legkedvezőbb esetben az adagolt foszfor mennyiségének 60%-át vette fel az *Asp. niger*.

8. Az adagolt kálium műtrágyákból a legkedvezőbb esetben 90%-nál több épült be a micéliumokba a kólafoszfát, a gafsafoszfát és a csontliszt esetében. Ezzel szemben a dikáliumhidrofoszfátnál — ahol az adagolt kálium mennyisége az előzőknek kb. 12szerese volt — a rendelkezésre álló káli vegyületeknek csak 30%-át vette fel az *Asp. niger*.

9. A tápoldat foszforkoncentrációja P_2O_5 -ben kifejezve a kólafoszfátnál és gafsafoszfátnál az V.-ös kultúrában volt a legmagasabb: 76,6, illetve 99,6 mg/100 ml; csontlisztnél az ammoniumionok mennyiségének növekedésével fokozatosan 91-ről 99 mg/100 ml-re emelkedett. Dikáliumhidrofoszfát esetében a tápoldat foszforkoncentrációja az I.-es kultúrában volt a legnagyobb, 80,4 mg/100 ml és a IV.-es kultúrában volt a legkisebb, 51 mg/100 ml. Általában megállapítható, hogy a nehezen oldható foszfátoknál, mint a gafsafoszfátnál és a kólafoszfátnál az V.-ös kultúrák oldatában jelentős mennyiségű foszfátion van, amelynek felvételét valamely, az *Asp. niger* fejlődését gátló anyag jelenléte megakadályozza. A magas hidronium-ionkoncentráció nem lehet az egyedüli gátló tényező, mert a csontliszt és dikáliumhidrofoszfát V.-ös kultúráiban 1,8, illetve 1,6 pH-érték mellett még viszonylag magas, 691 mg, illetve 704 mg micélium súlyok adódnak és gyenge spóráképződés is megfigyelhető. A kólafoszfát és gafsafoszfát V.-ös kultúráinak pH-értéke 1,8, illetve 2,2, ugyanakkor a kultúrák micéliumainak súlya csak 363 mg, illetve 264 mg. Spóráképződést ezeknél a kultúráknál nem észleltünk.

10. A spóráképződés az ammoniumionok mennyiségének növekedésével mindegyik foszfortrágya esetében fokozatosan csökken.

Összefoglalás

A nehezen oldódó foszfátoknak, mint a kólafoszfátnak és a gafsafoszfátnak foszforját az *Aspergillus niger* közel semleges kémhatású tápialaj esetében is fel tudja venni. Megfelelő arányú nitrát- és ammoniumionokat tartalmazó nitrogénforrás esetében mind a gafsafoszfátnál, mind a kólafoszfátnál az adagolt mennyiségnek kb. 50%-át veszi fel.

A felvett foszfor mennyisége általában a rendelkezésre álló nitrogénforrás nitrát : ammonium-ion arányától függ. Ha a nitrogénforrás a pepton nitrogénjétől eltekintve csak ammonium-ionokból áll, akkor erős fiziológiai savanyúság lép fel és a %-os foszforfelvétel csekély. Az erős fiziológiai savanyúság ammonium-nitrogén forrás esetén a csontlisztnél és a dikáliumhidrofoszfátnál is észlelhető, de ez a K_2HPO_4 -nál a foszforfelvételt nem gátolja, a csontliszt esetében pedig csak kis mértékben csökkenti.

Lúgos fiziológiai kémhatást, a kezdetben semleges táptalajon, csak a kóla-foszfát, a gafsafoszfát és a dikáliumhidrofoszfát esetében figyelhattunk meg, de ez nem a legtöbb nitrát-nitrogént tartalmazó I.-es kultúrában jelentkezett, hanem a II., III. és IV.-es kultúrákban.

Az egyes kultúrák micéliumainak %-os nitrogéntartalma a tápoldat ammonium-ion tartalmának növelésével növekszik.

A micéliumok %-os foszfor- és káliumtartalmánál szintén megfigyelhető, hogy az ammonium-ion mennyiségének növekedésével a foszfor és a káliumtartalom is nagyobb. A kólafoszfátnál és gafsafoszfátnál az V.-ös kultúrák esetén a tápoldat magas ammonium-ion tartalma ellenére alacsony volt a micéliumok %-os foszfor- és káliumtartalma. Ebben az esetben az *Asp. niger* fejlődése is rendellenes volt, mert ezeken a kultúrákon a spóra nem képződött. Ugyancsak megfigyeltük ezeknek a kultúráknak tápoldatában a foszfátionok felszaporodását. Ez arra mutat, hogy az *Asp. niger* ez erősen savanyú fiziológiai kémhatás következtében feloldotta ugyan a nehezen oldható foszfátok jelentős részét, de felvenni azt valami gátló ok miatt már nem tudta. Feltehető, hogy az oldatba kerülő fluorionok fejlődést gátló hatása idézte elő az erősen savanyú oldatban az *Asp. niger* rendellenes fejlődését. Ezt a kérdést, továbbá a nyersfoszfátok felhasználhatóságát egyéb körülmények között tovább vizsgáljuk.

Érkezett : 1954. szeptember. 25.

Irodalom

1. Agrokémiai Kutató Intézet jelentése. (Dworak L.) 1953.
2. Ballenegger, R. : Talajvizsgálati Módszertkönyv. 195. Mezőg. Kiadó, Budapest, 1953.
3. Bear, F. E. : Soils and Fertilizers. 283—285. J. Wiley & Sons, New-York, 1949.
4. Brönsted, I. : Z. Physik. Chem. Abt. A. 52. 169. 1934.
5. Kreybig, L. : Acta Agronomica. 3. 137. 1953.
6. Prjanyisnyikov, D. N. : Válogatott Művei. I. 384—402. Szelyhozgiz. Moszkva, 1952.
7. Prjanyisnyikov, D. N. : Válogatott művei III. 99—109. Szelyhozgiz. Moszkva, 1953.
8. Sarkadi, J., Perczel, I., Latorczai, Gy. & Belea, Gy. : Szervestrágyák N-, P₂O₅- és K₂O-tartalmának gyors meghatározási módszerei. Nyomtatás alatt.
9. Sarudi, I. : Szervetlen mennyiségi analízis. II. 540. A szerző kiadása, Szeged, 1948.

ДЕЙСТВИЕ АММИЯЧНОГО И НИТРАТНОГО АЗОТА НА УСВОЯЕМОСТЬ ФОСФОРНЫХ УДОБРЕНИЙ В КУЛЬТУРАХ *Aspergillus niger*

Я. ди Глерия, Ш. Эрдеи и Я. Шаркади

Отделение Органических Удобрений Агрохимического Научно-Исследовательского Института, Будапешт

Резюме

В питательных растворах разного состава исследовались рост *Aspergillus niger* и усвоение ими питательных веществ. В питательном растворе изменялись источник азота с одной стороны, с другой стороны источник фосфора, а затем pH питательного раствора. На основании опытов устанавливается, что *Aspergillus niger* может усвоить фосфор трудно-растворяемых фосфатов, как фосфата Кола (хибинский апатит) и фосфата Гафса (северо-африканский фосфорит), также и в питательной среде почти нейтральной реакции. В наличии источника азота, содержащего в подходящем соотношении ионы аммиака и нитрата, *Aspergillus niger* усваивает около 50% от количества фосфора как в случае фосфата Кола так и фосфата Гафса.

Количество усвоенного фосфора вообще зависит от отношения ионов нитрата к ионам аммиака в имеющемся в распоряжении источнике азота. Если источник азота, несмотря на азот пептона, состоит из одних ионов аммиака, то наступает крепкая физиологическая кислотность, а процентное усвоение фосфора очень низкое. В случае аммиачного источника азота крепкая физиологическая кислотность наблюдается также у костяной муки и дикалиевого гидрофосфата, но это усвоение фосфора у дикалиевого гидрофосфата не препятствует, а у костяной муки только в небольшой мере сокращается.

Щелочная физиологическая реакция на нейтральной сначала питательной среде наблюдалась лишь в случае фосфата Кола, фосфата гафса и дикалиевого гидрофосфата. Но это обнаружено не на культуре № 1., содержащей наибольшее нитратного азота, а в культурах №№ II, III, IV.

Процентное содержание азота в мицелиях отдельных культур повышается увеличением содержания в питательном растворе ионов аммиака.

У процентного содержания фосфора и калия в мицелиях также наблюдается, что с повышением количества ионов аммиака повышается и содержание фосфора и калия. При фосфате Кола и фосфате гафса в культурах № V., несмотря на высокое содержание ионов аммиака в питательном растворе, процентное содержание фосфора и калия в мицелиях было низко. В этом случае и рост *Aspergillus niger* был ненормальным, ибо на этих культурах спорообразование не было. В питательном растворе этих культур наблюдалось также и накопление ионов фосфата. Это показывает, что вследствие крепкой физиологической кислотной реакции *Aspergillus niger* хотя и растворил значительную часть трудно растворимых фосфатов, но усвоить уже не смог из-за каких-то препятствий. Можно предположить, что ненормальное развитие *Aspergillus niger* в крепко кислом растворе было вызвано действием по задержанию развития имеющихся в питательном растворе ионов фтора.

Таблица 1.: Механический состав и содержание общего P_2O_5 в сырых фосфатах, применяемых в опытах.

Таблица 2.: Влияние источника азота на усвояемость фосфора фосфата Кола и костяной муки в лимоннокислотной питательной среде, в культурах *Aspergillus niger* (1) Наименование (2) Фосфат Кола. (3) Костяная мука 1. Содержание в питательном растворе NO_3^- и в начале опыта в мг. 2. Содержание в питательном растворе NH_4^+ в начале опыта в мг. 3. Содержание в питательном растворе белкового азота в начале опыта в мг. 4. Содержание P_2O_5 в фосфорном соединении, добавляемом к питательному раствору, в мг. 5. Содержание K_2O в калиевых соединениях, добавляемых к питательному раствору, в мг. 6. Вес мицелия в мг. 7. Содержание азота в мицелии в %-ах. 8. Содержание P_2O_5 в мицелии в %-ах. 9. Содержание K_2O в мицелии в %-ах. 10. Содержание азота в мицелии в мг. 11. Содержание P_2O_5 в мицелии в мг. 12. Содержание K_2O в мицелии в мг. 13. Застроено в мицелии азота в %-ах добавленного азота. 14. Застроено в мицелии P_2O_5 в %-ах добавленного P_2O_5 . 15. Застроено в мицелии K_2O в %-ах добавленного K_2O . 16. Концентрация P_2O_5 в питательном растворе в конце опыта в мг/100 мл. 17. pH питательного раствора в начале опыта. 18. pH питательного раствора в конце опыта. 19. Спорообразование.

Таблица 3.: Влияние источника азота на усвояемость фосфора фосфата Кола, фосфата гафса, костяной муки и K_2HPO_4 , на питательной среде, свободной от лимонной кислоты, в культурах *Aspergillus niger*. (1) Наименование (см. Табл. 2.) (2) Фосфат Кола. (3) Фосфат Гафса. (4) Костяная мука.

L'effet de l'azote ammoniacal et nitrique sur l'assimilabilité de divers engrais phosphatés dans des cultures d'*Aspergillus niger*

J. DI GLERIA, MME S. ERDEI et J. SARKADI

Section pour engrais organique de l'Institut des Recherches Agronomiques, Budapest

Résumé

Les auteurs ont étudié la croissance de l'*Aspergillus niger* et l'adsorption des matières nutritives par cette plante dans des solutions de culture de différente composition. Dans la solution de culture ils ont fait varier d'une part la source d'azote, d'autre part l'engrais phosphaté, de même que le pH de la solution. Les essais ont permis de constater que l'*Aspergillus niger* est capable d'assimiler l'acide phosphorique difficilement soluble, comme celle du phosphate de Kola (apatite d'Hibin) et du phosphate de Gafsa (phosphorite nord africain), même dans une solution nutritive près de la neutralité. Dans le cas d'une source d'azote contenant des ions NO_3^- et NH_4^+ en proportion convenable l'*Aspergillus* assimile 50% de la quantité donnée des deux phosphates.

La quantité d'acide phosphorique assimilée dépend en général de la proportion des ions NO_3 et NH_4 de la source d'azote. Si la source d'azote est constituée uniquement d'ions NH_4 , en ne prenant pas en considération l'azote de la péptone, une forte acidité physiologique se développe et le pourcentage de l'assimilation de l'acide phosphorique est faible. Le haut degré d'acidité physiologique qui se développe avec une source d'azote ammoniacal a été observé aussi en présence de la farine d'os et du phosphate bicalcique, mais il n'a pas entravé l'assimilation de l'acide phosphorique dans le cas du phosphate bicalcique, avec la farine d'os l'assimilation a été faiblement réduite.

L'on n'a pu observer le développement d'une réaction physiologique alcaline dans le milieu à réaction initiale neutre qu'en présence des phosphates de Kola et de Gafsa, et du phosphate bicalcique, mais ce phénomène ne s'est pas présenté dans la culture No I, contenant le maximum de nitrates.

La teneur centésimale en azote des mycéles des diverses cultures augmente avec l'augmentation de la teneur en ions NH_4 du milieu de culture.

L'on a pu aussi constater que la teneur centésimale en acide phosphorique et en potasse des mycéles augmente avec la teneur en ions NH_4 . Dans les cas des phosphates de Kola et de Gafsa, ainsi que dans la culture No V, la teneur centésimale des mycéles en acide phosphorique et en potasse a été faible, malgré la teneur élevée du milieu en ions NH_4 . Dans ces cas le développement de l'*Aspergillus niger* a été anormal, puisque dans ces cultures il ne s'est pas formé de spores.

Les auteurs ont encore pu observer dans ces cultures l'enrichissement en ions PO_4 du milieu liquide. Cela semble indiquer que quoique l'*Aspergillus niger* a dissous, par l'effet de la réaction physiologique fortement acide, une part considérable des phosphates difficilement solubles, il n'a pas pu l'assimiler à cause d'un facteur inhibitif. L'on peut supposer que c'est l'effet inhibitif des ions F dissous qui est la cause du développement anormal de l'*Aspergillus niger* dans le milieu à réaction fortement acide.

Tableau 1. La composition granulométrique des phosphates routs employés dans les essais et leur teneur en P_2O_5 .

Tableau 2. L'effet de la source d'azote sur l'assimilabilité de l'acide phosphorique du phosphate de Kola et de la poudre d'os par l'*Aspergillus niger* dans un milieu à acide citrique. (1) Designation des expériences. (2) Phosphate de Kola. (3) Poudre d'os. 1. Teneur initiale en $\text{NO}_3\text{—N}$ en mg. 2. Teneur initiale en $\text{NH}_4\text{—N}$ en mg. 3. Teneur initiale du milieu en N protéique en mg. 4. Teneur en P_2O_5 du composé phosphaté ajouté au milieu en mg. 6. Poids du mycèle 8. Teneur en P_2O_5 du mycèle %. 9. Teneur en K_2O du mycèle %. 10. Teneur en N du mycèle en mg. 11. Teneur en P_2O_5 du mycèle en mg. 12. Teneur en K_2O du mycèle en mg. 13. N assimilé par le mycèle en pour cent de N ajouté. 14. P_2O_5 assimilé par le mycèle en pour cent du P_2O_5 ajouté. 15. K_2O assimilé par le mycèle en pour cent du K_2O ajouté. 16. Concentration en P_2O_5 du milieu à la fin de l'expérience mg/100 ml. 17. pH initial du milieu. 18. pH final du milieu. 19. Formation des spores.

Tableau 3. L'effet de la source d'azote sur l'assimilabilité de l'acide phosphorique des phosphates de Kola et de Gafsa, de la poudre d'os et du K_2HPO_4 par l'*Aspergillus niger* dans un milieu à acide citrique. (1) Combinaison phosphatée employée (voir tabl. 2). (2) Phosphate de Kola. (3). Phosphate de Gafsa. (4) Poudre d'os.

Der Einfluss von Ammoniak- und Nitrat-Stickstoff auf das Aufnahmevermögen von Phosphorkunstdüngern durch *Aspergillus niger* Kulturen

J. DI GLÉRIA, Frau S. ERDEI und J. SARKADI

Forschungsinstitut für Agrochemie Abteilung für organische Düngung, Budapest

Zusammenfassung

Wachstum und Nährstoffaufnahme von *Aspergillus niger* wurde in Nährlösungen verschiedener Zusammensetzung untersucht. In der Nährlösung wurde einestheils die Stickstoffquelle, anderenteils die Phosphorquelle qualitativ abgeändert, weiters auch das pH der Nährlösung geändert. Auf Grund dieser Versuche kann festgestellt werden, dass der Phosphor der schwerlöslichen Phosphate — z. B. des Kolaphosphates (hibiner Apatit) und des Gafsaphosphates (nord-afrikanischer Phosphorit) — von *Aspergillus niger* auch bei annähernd neutral reagierendem Nährboden aufgenommen werden kann. Falls die Stickstoffquelle Nitrat- und Ammoniak-Ione in einem entsprechenden Verhältnis enthält, wird sowohl bei Gafsaphosphat, als auch bei Kolaphosphat ungefähr 50% der zugeführten Menge aufgenommen.

Die Menge des aufgenommenen Phosphors ist in der Regel von dem Verhältnis der Nitrat-, Ammoniak-Ione in der zur Verfügung stehenden Stickstoffquelle abhängig. Falls die Stickstoffquelle abhängig. Falls die Stickstoffquelle — von dem Stickstoff des Peptons abgesehen — nur aus Ammoniak-Ionen besteht, tritt starke physiologische Säure auf und die prozentuelle Phosphoraufnahme ist gering. Starke physiologische Säure ist — falls eine Ammoniak-Stickstoffquelle verwendet wird

— auch bei Knochenmehl und Dikaliumhydrophosphat wahrnehmbar, doch wird hiedurch die Phosphoraufnahme bei Dikaliumhydrophosphat, bei Knochenmehl nur in geringem Masse herab gesetzt.

Eine alkalische physiologischen Reaktion konnte auf dem anfangs neutralen Nährboden nur bei Kolaphosphat, Gafsaphosphat und Dikaliumhydrophosphat beobachtet werden. Dies trat jedoch nicht in der an Nitratstickstoff reichsten Kultur No. I, sondern in den Kulturen II, III und IV zutage.

Der prozentuelle Stickstoffgehalt in den Myzelen der einzelnen Kulturen nimmt in dem Verhältnis zu, als der Ammoniakgehalt der Nährlösung gesteigert wird.

Auch bezüglich des perzentuellen Phosphor- und Kaliumgehalt dieser Myzelen kann beobachtet werden, dass bei einer Erhöhung der Ammoniak-Ionmenge der Phosphor- und Kaliumgehalt zunimmt. Bei Kolaphosphat und Gafsaphosphat war im Falle der Kulturen V — trotz des hohen Ammoniak-Iongehaltes der Nährlösung — nur ein geringer prozentueller Phosphor- und Kaliumgehalt in den Myzelen zu verzeichnen. In diesem Falle war auch die Entwicklung des *Aspergillus niger* insoweit abnormal, als sich in diesen Kulturen keine Sporen bildeten. Ausserdem wurde in der Nährlösung dieser Kulturen die Anreicherung der Phosphat-Ione beobachtet. Hieraus ist darauf zu schliessen, dass — obzwar *Aspergillus niger* der stark sauren physiologischen Reaktion zufolge einen grossen Teil der schwerlöslichen Phosphate gelöst hat, deren Aufnahme — durch irgendwelchen hemmenden Umstand bedingt — nicht erfolgen konnte. Es ist anzunehmen, dass die in der stark sauren Lösung beobachtete abnormale Entwicklung des *Aspergillus niger* durch die in die Lösung gelangten, entwicklungshemmenden Fluor-Ione verursacht wurde.

Tabelle 1. Mechanische Zusammensetzung und Gesamtgehalt an P_2O_5 der bei den Untersuchungen verwendeten Rohphosphate.

Tabelle 2. Einfluss der Stickstoffquelle auf das Aufnahmevermögen des Kolaphosphat- und des Knochenmehl-Phosphors durch *Aspergillus niger* Kulturen, auf zitronensaurem Nährboden. (1) Beschreibung der Versuchsbedingungen. (2) Kolaphosphat. (3) Knochenmehl. 1. NO_3 -N-Gehalt der Nährlösung zu Beginn des Versuches, in mg. 2. NH_3 -N-Gehalt der Nährlösung zu Beginn des Versuches, in mg. 3. Protein-N-Gehalt der Nährlösung zu Beginn des Versuches, in mg. 4. P_2O_5 -gehalt der zur Nährlösung beigegebenen Phosphorverbindungen, in mg. 5. K_2O -Gehalt der zur Nährlösung beigegebenen Kaliumverbindung, in mg. 6. Das Gewicht des Myzels in mg. 7. N-Gehalt des Myzels, in %. 8. P_2O_5 -Gehalt des Myzels, in %. 9. K_2O -Gehalt des Myzels, in %. 10. N-Gehalt des Myzels, in mg. 11. P_2O_5 -Gehalt des Myzels, in mg. 12. K_2O -Gehalt des Myzels, in mg. 13. Der in das Myzel eingebaute N, im Prozentsatz des beigegebenen N. 14. In das Myzel eingebaute P_2O_5 , im % des beigegebenen P_2O_5 . 15. In das Myzel eingebaute K_2O , im % des beigegebenen K_2O . 16. P_2O_5 -Konzentration der Nährlösung bei Versuchsende, mg/100 ml. 17. pH-Wert der Nährlösung zu Beginn des Versuches. 18. pH-Wert der Nährlösung bei Versuchsende. 19. Sporenbildung.

Tabelle 3. Einfluss der Stickstoffquelle auf das Aufnahmevermögen von *Aspergillus niger* Kulturen auf zitronensäurefreiem Nährboden, für den Phosphor von Kolaphosphat, Gafsaphosphat, Knochenmehl und K_2HPO_4 . (1) Beschreibung der Versuchsbedingungen (siehe Tabelle 2.) (2) Kolaphosphat. (3) Gafsaphosphat. (4) Knochenmehl.